

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G03F 7/20

G03F 9/00



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03110779.6

[43] 公开日 2003 年 9 月 17 日

[11] 公开号 CN 1442757A

[22] 申请日 2003.2.27 [21] 申请号 03110779.6

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 1 [33] EP [31] 02251440.0

[71] 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

[72] 发明人 J·洛夫 H·W·M·范比尔

桂成群 F·G·C·比宁

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

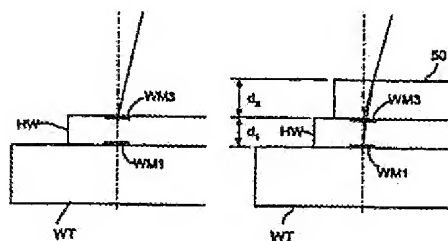
代理人 黄力行

权利要求书 5 页 说明书 17 页 附图 6 页

[54] 发明名称 对准方法,对准基底,光刻装置和器件制造方法

[57] 摘要

使用一种相对侧上具有参考标记的透明校准基底对前后对准系统进行校准。插入一平板,使对准系统的焦点位置从校准基上表面移动到下表面。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

1 一种对准系统的校准方法,该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准,其直接将辐射对准光束导向至一侧,并通过一附加光学系统将所述对准光束导向至另一侧,该方法包括以下步骤:

提供一具有第一和第二相对表面并且对于所述对准光束辐射来说透明的校准基底,所述校准基底在其第一表面上具有一参考标记,所述参考标记可以从第一和第二表面检测到;

用导向至所述第一表面上的所述对准光束对所述参考标记进行第一次对准;

用导向至所述第二表面上的所述对准光束对所述参考标记进行第二次对准,并使其通过所述校准基底到所述第一表面,同时将一平板插入到对准光束中,使所述对准系统的焦点位置移动到所述第一标记的位置处;

其中第一次和第二次对准可以按任意次序进行。

2 如权利要求1所述的方法,其进一步包括以下步骤:使所述平板围绕着三个正交轴旋转 $180^{\circ}$ ,并且在每一次旋转之后,重复所述第二校准步骤。

3如权利要求1或2所述的方法,其中所述第一次对准是通过所述附加光学系统进行的。

4 用于以上任一权利要求所述方法的校准基底,其包括一透明本体,在其两个相对表面之一上具有一参考标记,所述参考标记可以从所述相对表面的两个表面上检测到。

5 如权利要求4所述的校准基底,其中所述对准标记包括衍射光栅。

6 一种光刻装置中对准系统的校准方法,该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准,其直接将辐射对准光束导向至一侧,并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧,该方法包括以下步骤:

提供一基底,在其第一表面上具有一对第一参考标记;

用所述附加光学系统对所述的一对第一参考标记进行第一次对准;

在所述基底的第二表面上对一对第二参考标记进行第一次曝光;

使所述基底绕着第一轴第一次旋转 $180^{\circ}$ ;

用所述附加光学系统对所述的一对第二参考标记进行第二次对准;

在所述基底的所述第一表面上对一对第三参考标记进行第二次曝光；  
测量所述第一和第三参考标记的相对位置，以校准所述对准系统。

7 如权利要求6所述的方法，其进一步包含用所述附加光学系统测定所述的一对第二参考标记的位置。

5       8 如权利要求6或7的方法，其中所述第一轴为连接所述的一对第一参考标记直线的垂直平分线。

9 如权利要求6或7的方法，其中所述第一轴为连接所述的一对第一参考标记的直线。

10       10 一种光刻装置的校准方法，其包括实施权利要求1—3所述的任一方法和权利要求6—9所述的任一方法。

11 一种光刻装置对准系统的校准方法，该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准，其直接将辐射对准光束导向至一侧，并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧，该方法包括以下步骤：

15       提供一基底，在其第一表面上具有一对第一参考标记，在其第二表面上具有一对第二参考标记；

用导向到所述表面的所述对准光束对第一参考标记进行对准，用所述附加光学系统对第二参考标记进行对准；

使所述基底围绕着第一轴第一次旋转180度；

20       用导向到所述表面的所述对准光束对第二参考标记进行对准，用所述附加光学系统对第一参考标记进行对准；

比较上述对准；

其中对准步骤可以按任何次序进行。

12 如权利要求11所述的方法，其中所述第一轴为连接所述一对第一参考标记直线的垂直平分线。

25       13 如权利要求12的方法，其中所述第一轴为连接所述一对第一参考标记的直线。

14 一种光刻装置的校准方法，其包括实施权利要求1—3所述的任一方法和权利要求11—13所述的任一方法。

30       15 一种光刻装置的校准方法，其包括实施权利要求6—9所述的任一方法和权利要求11—13所述的任一方法。

16 一种光刻装置对准系统的校准方法, 该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准, 其直接将辐射对准光束导向至一侧, 并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧, 该方法包括以下步骤:

- 提供一校准基底, 在其第一表面上具有第一对三个或更多参考标记的行列,  
5 在其第二表面上具有第二对三个或更多参考标记的行列;

用所述直接入射的对准辐射对第一参考标记行列进行对准, 用所述附加光学系统对第二对参考标记行列进行对准;

使所述基底围绕着第一轴第一次旋转180度;

- 用所述直接入射的对准辐射对第二对参考标记行列进行对准, 用所述附加  
10 光学系统对第一对参考标记行列进行对准;

比较上述对准;

其中对准步骤可以按任何次序进行。

17 一种光刻装置的校准方法, 其包括实施权利要求16所述的方法和权利要求6—15所述的任一方法。

- 15 18 一种光刻装置对准系统的校准方法, 该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准, 其直接将辐射对准光束导向至一侧, 并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧, 该方法包括以下步骤:

用权利要求1—3, 6—10, 11—15所述的任一方法或权利要求17所述的方法校准一参考光刻装置;

- 20 使用所述参考光刻装置确定校准基底上第一和第二参考标记的位置关系, 所述第一和第二标记位于所述校准基底的相对表面上,

使用所述校准基底校准所述光刻装置。

19 用于权利要求18的校准基底, 在其相对表面上具有第一和第二参考标记, 并且组合了指示第一和第二参考标记位置关系的信息。

- 25 20 一种器件制造方法, 包括以下步骤:

提供一至少部分覆盖一层辐射敏感材料的基底;

利用辐射系统提供辐射投射光束;

利用构图部件来使投射光束的横截面具有图案;

- 在所述基底第一侧面上的辐射敏感材料层的靶部上投射带图案的辐射光  
30 束,

其特征在于以下步骤:

用权利要求1—3, 6—10, 11—15所述的任一方法或权利要求17所述的方法校准一对准系统;

在所述投射步骤之前, 用所述对准系统将所述支撑系统或所述构图部件上的参考标记与设置在基底相对侧上的对准标记对准。

21 一种光刻投射装置, 包括:

用于提供辐射投射光束的辐射系统;

用于根据所需图案对投射光束进行构图的构图部件;

用于保持基底的基底台;

10 用于将带图案的光束投射到基底第一侧靶部上的投射系统, 其特征在于:  
一个采用所述基底对其来说是透明的辐射对准光束的对准系统, 用于使所述支撑系统或所述构图部件上的参考标记与设置在将要成像有所带图案光束的所述基底第一表面上的对准标记对准;

可选择性地插入到所述对准光束通路中的平板, 由此使所述对准光束聚焦到与  
15 到与所述第一表面相对的所述基底的第二表面上。

22 一种器件制造方法, 包括以下步骤:

提供一至少部分覆盖一层辐射敏感材料的基底;

利用辐射系统提供辐射投射光束;

利用构图部件来使投射光束的横截面具有图案;

20 在所述基底第一侧面上的辐射敏感材料层的靶部上投射带图案的辐射光束,

其特征在于以下步骤:

在所述投射步骤之前, 通过用基底对其来说是透明的辐射束照射所述对准标记, 利用一对准系统将所述支撑系统或所述构图部件上的参考标记与设置在  
25 将要成像有所带图案光束的所述基底第一表面上的第一对准标记对准; 将一平板插入到所述对准光束通路中, 使所述对准光束聚焦到与所述第一表面相对的所述基底的第二表面上, 并使所述参考标记与设置在所述第一表面相对的所述基底的第二表面上的第二对准标记对准。

23 一种校准基底, 其至少在邻近一对准标记的位置处具有小于或等于10  
30 微米的厚度, 由此所述对准标记可以从两侧检测到。

24 如权利要求23所述的校准基底,其中该基底可设置厚度小于或等于10微米并设置第一对准标记的第一区域,厚度小于或等于10微米并设置第二对准标记的第二区域,所述第一和第二区域在垂直于基底表面限定的平面的方向上是分离的。

5        25 如权利要求24所述的校准基底,其中分离的距离大于100微米。

26 一种光刻装置的校准方法,其包括采用如权利要求23—25所述的任一晶片实施权利要求1—3所述的任一方法

使基底围绕着垂直于基底表面限定的平面的轴旋转;

第二次实施该方法。

对准方法，对准基底，光刻  
装置和器件制造方法

5

技术领域

本发明涉及一种光刻投射装置的对准，包括：

用于提供辐射投射光束的辐射系统；

用于根据所需的图案对投射光束进行构图的构图部件；

10 用于保持基底的基底台；

用于将带图案的光束投射到基底第一侧面靶部上的投射系统。

本发明的背景技术

这里使用的术语“构图部件”应广意地解释为能够给入射的辐射光束赋予带图案的截面的部件，其中所述图案与要在基底的靶部上形成的图案一致；本文中也使用术语“光阀”。一般地，所述图案与在靶部中形成的器件的特殊功能层相应，如集成电路或者其它器件（如下文）。这种构图部件的示例包括：

■ 用于保持掩模的掩膜台。掩膜的概念在光刻中是公知的。它包括如二进制型、交替相移型、和衰减的相移类型，以及各种混合掩膜类型。这种掩膜在辐射光束中的布置使入射到掩膜上的辐射能够根据掩膜上的图案而选择性的被透射（在透射掩膜的情况下）或者被反射（在反射掩膜的情况下）。掩膜台能够保证掩膜被保持在入射光束中的理想位置，并且如果需要该台会相对光束移动。

■ 程控反射镜阵列。这种设备的一个例子是具有一粘弹性控制层和一反射表面的矩阵可寻址表面。这种装置的理论基础是（例如）反射表面的寻址区域将入射光反射为衍射光，而非可寻址区域将入射光反射为非衍射光。用一个适当的滤光器，从反射的光束中过滤所述非衍射光，只保留衍射光；按照这种方式，光束根据矩阵可寻址表面的寻址图案而产生图案。程控反射镜阵列的另一实施例利用微小反射镜的矩阵排列，通过使用适当的局部电场，或者通过使用压电致动器装置，使得每个反射镜能够独立地关于一轴倾斜。再者，反射镜是矩阵可寻址的，以使已寻址的反射镜以不同的方向将入射的辐射光束反射到非可寻址反射镜上；按照这种方式，根据矩阵可寻址反射镜的可寻址图案对反



射光束进行构图。可以用适当的电子装置进行该所需的矩阵寻址。在上述两种情况中,构图部件包括一个或者多个程控反射镜阵列。反射镜阵列的更多信息可以从例如美国专利 US5,296,891 和美国专利 US5,523,193、和 PCT 专利申请 WO 98/38597 和 WO 98/33096 中获得,这些文献在这里引入作为参照。在程控  
5 反射镜阵列的情况中,所述支撑结构可以是框架或者工作台,例如所述结构可以是固定的或者根据需要是可移动的。

■ 程控 LCD 阵列,例如由美国专利 US 5,229,872 给出的这种结构,它在这里引入作为参照。

为简单起见,本文的其余部分在一定的情况下具体以掩膜和掩膜台为例;  
10 可是,在这样的例子中所讨论的一般原理应适用于上述更宽范围的可程控构图部件。

为了简单起见,投影系统在下文称为“镜头”;可是,该术语应广意地解释为包含各种类型的投影系统,包括例如折射光学装置,反射光学装置,和反折射系统。辐射系统还可以包括根据这些设计类型中任一设计的操作部件,该操  
15 作部件用于操纵、整形或者控制辐射的投射光束,这种部件在下文还可共同地或者单独地称作“镜头”。另外,光刻装置可以具有两个或者多个基底台(和/或两个或者多个掩膜台)。在这种“多级式”器件中,可以并行使用这些附加台,或者可以在一个或者多个台上进行准备步骤,而一个或者多个其它台用于曝光。例如在美国专利 US5,969,441 和 1998 年 2 月 27 号提交的序列号为 09/180011 的  
20 美国专利(WO98/40791)中描述的二级光刻装置,这里作为参考引入。

光刻投射装置可以用于例如集成电路(IC)的制造。在这种情况下,构图部件可产生对应于 IC 每一层的电路图案,该图案可以成像在已涂敷光敏材料(抗蚀剂)层的基底(硅片)的靶部上(例如包括一个或者多个电路小片(die))。一般的,单一的晶片将包含相邻靶部的整个网格,该相邻靶部由投射系统逐个  
25 相继辐射。在目前采用掩膜台上的掩膜进行构图的装置中,有两种不同类型的机器。一类光刻装置是,通过一次曝光靶部上的全部掩膜图案而辐射每一靶部;这种装置通常称作晶片分档器。另一种装置(通常称作分步扫描装置)通过在投射射束下沿给定的参考方向(“扫描”方向)依次扫描掩膜图案、并同时沿与该方向平行或者反平行的方向同步扫描基底台来辐射每一靶部;因为一般来说,投  
30 射系统有一个放大系数  $M$  (通常 $<1$ ),因此对基底台的扫描速度  $V$  是对掩膜台



扫描速度的M倍。如这里描述的关于光刻设备的更多信息可以从例如美国专利US6,046,729中获得,该文献这里作为参考引入。

对准是将掩模上一特定点的图像定位在将要曝光的晶片上的一特定点的步骤。一般在各基底和晶片上提供一个或多个对准标记,例如小图案。一个器件  
5 可由多层组成,其中这些层是由具有中间处理步骤连续曝光建立的。在每次曝光之前都要对基底和掩模上的标记进行对准,以使新的曝光和上一次曝光之间的任何位置误差最小化,这种误差术语上称为重叠误差。

在例如微系统技术(MST)、微机电系统(MEMS)、微光机电技术(MOEMS)和倒装芯片的一些技术中,器件是在基底的两侧制作的。在基底的一侧进行曝  
10 光,以使曝光与事先已曝光的另一侧基底上的特征精确对准时存在问题。一般需要0.5微米等级或者更高的对准精度。

现有技术中提出了一种利用嵌入在晶片台中附加的两套光学元件的前后(front-to-backside)对准(FTBA)系统。由此一种公知的贯通透镜(through-the-lens)对准系统可以确定位于基底相对表面上的标记位置。FTBA  
15 系统还可用于解决当顶部标记被处理层覆盖并且再也不能进行对准时所造成的工艺问题。但是从微小硬件设计的偏离、温度变化、基底厚度和楔形变化、不可校正的透镜误差、非正交性的对准光束和标准的重叠误差影响了FTBA系统的精度。因此需要校正FTBA系统以满足所需的对准精度。

#### 发明概述

20 本发明的一个目的是提供一种前后对准系统的校准方法。

依据本发明,该目的和其它目的通过一种对准系统校准方法达到,该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准,其直接将辐射对准光束导向至一侧,并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧,该方法包括以下步骤:

提供一具有第一和第二相对表面并且对于所述对准光束辐射来说透明的校  
25 准基底,所述校准基底在其第一表面上具有一参考标记;所述参考标记可以从第一和第二表面检测到;

用导向至所述第一表面上的所述对准光束对所述参考标记进行第一次对  
准;

用导向至所述第二表面上的所述对准光束对所述参考标记进行第二次对  
30 准,并且使其通过所述校准基底到所述第一表面,同时将一平板插入到对准光

束中,使所述对准系统的焦点位置移动到所述第一标记的位置处;

其中第一次和第二次对准可以按任意次序进行。

该方法提供了一种用于校准前后对准系统的直接和简单的综合步骤。对三种对准步骤的结果进行的比较是在对准系统可见的位置处重新形成第二后侧对准标记,由此提供一种光学系统的校准方法。因此可以有把握地将前后对准系统用于不透明制品基底的对准。

在参考基底的每一侧面可以设置多个参考标记,使得可以对对准系统的每一重新成像光学系统重复该对准步骤。

为了对平板的任何斜度(偏离平行)和不均匀性进行平均,使平板关于基本平行于所述对准光束方向的轴以及关于和基板平面平行的正交轴旋转 $180^{\circ}$ 。在每一次旋转之后重复第二次对准步骤,给出4个测量值。

本发明还提供一种用于上述方法的校准基板,其包括一透明本体,在其两个相对表面之一上具有一参考标记,所述参考标记可以从所述相对表面的两个表面上检测到。

15 本发明的目的还可以通过一种光刻装置中对准系统的校准方法达到,该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准,其直接将辐射对准光束导向至一侧,并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧,该方法包括以下步骤:

提供一基底,在其第一表面上具有一对第一参考标记;

用所述附加光学系统对所述的一对第一参考标记进行第一次对准;

20 用所述基底的第二表面上的一对第二参考标记进行第一次曝光;

使所述基底绕着第一轴第一次旋转 $180^{\circ}$ ;

用所述附加光学系统对所述的一对第二参考标记进行第二次对准;

用所述基底的所述第一表面上的一对第三参考标记进行第二次曝光;

测量所述第一和第三参考标记的相对位置,以校准所述对准系统。

25 第一轴可以是连接所述一对第一参考标记的直线的垂直平分线,或者是连接所述一对第一参考标记的直线。优选围绕着这两种轴旋转,重复该校准步骤。

有利的是将上述两种校准方法组合。

本发明的目的还可以通过一种光刻装置中对准系统的校准方法达到,该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准,其直接将辐射对准光束导向至一侧,并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧,该方法包括以下步骤:

提供一基底，在其第一表面上具有一对第一参考标记，在其第二表面上具有一对第二参考标记；

用导向到所述表面的所述对准光束对第一参考标记进行对准，用所述附加光学系统对第二参考标记进行对准；

- 5       使所述基底围绕着第一轴第一次旋转180度；

用导向到所述表面的所述对准光束对第二参考标记进行对准，用所述附加光学系统对第一参考标记进行对准；

比较上述对准效果；

其中对准步骤可以按任何次序进行。

- 10       第一轴可以是连接所述一对第一参考标记的直线的垂直平分线，或者是连接所述一对第一参考标记的直线。优选围绕着这两种轴旋转，重复该校准步骤。

有利的是可以结合上述三种校准方法中的任意一种。

本发明的目的还可以通过一种光刻装置中对准系统的校准方法达到，该对准系统能够使基底相对侧上的对准标记对准，其直接将辐射对准光束导向至一

- 15       侧，并通过一附加光学系统将所述对准光束导向另一侧，该方法包括以下步骤：

提供一校准基底，在其第一表面上具有第一对三个或过多参考标记的行列，在其第二表面上具有第二对三个或过多参考标记的行列；

用所述直接入射的对准辐射对第一对参考标记行列进行对准，用所述附加光学系统对第二对参考标记行列进行对准；

- 20       使所述基底围绕着第一轴第一次旋转180度；

用所述直接入射的对准辐射对第二对参考标记行列进行对准，用所述附加光学系统对第一对参考标记行列进行对准；

比较上述对准效果；

其中对准步骤可以按任何次序进行。

- 25       有利的是将这种校准方法与前面所述的三种方法中的任意一种进行组合。

采用上述方法进行校准的光刻装置可用于制作校准基板，以对其它光刻装置进行校准。

本发明的第二方面是提供一种光刻投射装置，包括：

用于提供辐射投射光束的辐射系统；

- 30       用于根据所需图案对投射光束进行构图的构图部件；

用于保持基底的基底台；

用于将带图案的光束投射到基底第一侧靶部上的投射系统，其特征在于：

- 一个采用所述基底对其来说是透明的辐射对准光束的对准系统，用于使所述支撑系统或所述构图部件上的参考标记与设置在将要成像有所述带图案光束的所述基底第一表面上的对准标记对准；

可选择性地插入到所述对准光束通路中的平板，由此使所述对准光束聚焦到与所述第一表面相对的所述基底的第二表面上。

本发明的该方面还提供一种器件制造方法，包括以下步骤：

- 提供一至少部分覆盖一层辐射敏感材料的基底；
- 10 利用辐射系统提供辐射投射光束；
- 利用构图部件来使投射光束的横截面具有图案；
- 在所述基底第一侧面上的辐射敏感材料层的靶部上投射带图案的辐射光束，
- 其特征在于以下步骤：
- 15 在所述投射步骤之前，通过用所述基底对其来说是透明的辐射束照射所述对准标记，利用一对准系统将所述支撑系统或所述构图部件上的参考标记与设置在将要成像有所述带图案光束的所述基底第一表面上的第一对准标记对准；
- 将一平板插入到所述对准光束通路中，使所述对准光束聚焦到与所述第一表面相对的所述基底的第二表面上，并使所述参考标记与设置在所述第一表面相对的所述基底的第二表面上的第二对准标记对准。

本发明还提供一种校准基底，其至少在邻近一对准标记的位置处具有小于或等于10微米的厚度，由此所述对准标记可以从两侧检测到。

- 该基底可设置厚度小于或等于10微米的第一区域以及第一对准标记，厚度小于或等于10微米的第二区域以及第二对准标记，所述第一和第二区域在垂直于基底表面限定的平面的方向上是分离的。

有利的是该距离大于100微米。

本发明还提供一种光刻装置的校准方法，其包括利用上述厚度小于或等于10微米的基底实施上述第一方法；

- 使基底围绕着垂直于基底表面限定的平面的轴旋转；
- 30 第二次实施该方法。

在整个说明书中，基底特定侧面上的对准标记当然包括蚀刻到基底所述侧面上的对准标记，还包括带有随后沉积在基底顶部上材料的对准标记，因此该标记是嵌入的，并且不必再暴露在表面上。

依据本发明，在利用光刻投射装置的制造方法中，一图案（例如在掩模中的）成像在一至少部分覆盖一层能量敏感材料（抗蚀剂）的基底上。在该成像步骤之前，基底可以进行各种处理，例如涂底漆、涂布抗蚀剂和软烘烤。曝光后，可以对基底上述其它处理，例如曝光后烘烤（PEB），显影，硬烘烤和测量/检测成像特征。这一系列处理过程用作对器件，例如IC的各层进行构图的基础。这种已进行构图的层可以继续各种处理，例如腐蚀，离子注入（掺杂），金属化，氧化，化学—机械抛光等，所有这些步骤用于对单层进行加工。如果需要多层，则必须对每一新层重复整个处理步骤，或者一变形。最终，在基底（晶片）上将存在一系列器件。这些器件可以用例如切割或锯断的技术分开，由此将各器件安装在载体上，与插脚相连等。这些处理方法更详细的信息可以从例如 Peter van Zant 的 “Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing”，第三版，McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN0-07-067250-4 的书 15 中获得，在此引入作为参考。

在本申请中，本发明的装置具体用于制造 Ic，但是应该明确理解这些装置可能具有其它应用。例如，它可用于制造集成光学系统、用于磁畴存储器的引导和检测图案、液晶显示板、薄膜磁头等等。本领域的技术人员将理解，在这种可替换的用途范围中，在说明书中任何术语“划线板”，“晶片”或者“电路小片（die）”的使用应认为分别可以由更普通的术语“掩模”，“基底”和“靶部”代替。 20

在本文件中，使用的术语“照明辐射”和“照明光束”包含所有类型的电磁辐射，包括紫外辐射（例如具有365, 248, 193, 157或者126nm波长）和EUV，以及粒子束，如离子束或者电子束。 25

#### 附图的简要说明

现在通过举例的方式，参照附图描述本发明的实施例，其中：

图1表示本发明实施例的光刻投射装置；

图2表示本发明实施例的基底台的示意性截面图，其中组合了两个用于双侧对准的光学系统分支。 30



图3 是本发明实施例的晶片的平面图，其显示了双侧对准光学系统位置和方向；

图4 表示本发明另一种双侧对准光学系统位置和方向的平面图；

图5 表示本发明实施例的具有集成光学组件基底台的一部分的截面图，

5 图6a和6b显示本发明截面形式的另一实施例的基底台、晶片和用于双侧对准的示意图。

图7a到d 显示利用不透明基底实施的本发明第一次校准步骤。

图8a到d显示本发明第二次校准步骤；

图9和10显示本发明第三次校准步骤。

10 在图中，相应的附图标记表示相应的部分。

优选实施方案的详细说明

### 实施例1

图1示意性地表示本发明一特定实施例的光刻投射装置。该装置包括：

辐射系统LA,Ex,IL，用于提供用于辐射的投射光束PB（例如UV辐射）；

15 第一目标台（掩模台）MT，设有用于保持掩模 MA（例如分划板）的掩模保持器，并与用于将掩模相对于物体 PL 精确定位的第一定位装置连接；

第二目标台（基底台）WT，设有用于保持基底 W（例如涂敷抗蚀剂的硅晶片）的基底保持器，并与用于将基底相对于物体 PL 精确定位的第二定位装置连接；

20 投射系统（“镜头”）PL（例如石英镜头系统），用于将掩模 MA 的辐射部分成像在基底 W 的靶部 C（例如包括一个或多个电路小片（die））上。

如这里指出的，该装置属于透射型（例如具有透射掩模）。可是，一般来说，它还可以是例如反射型（具有反射掩模）。另外，该装置可以利用其它种类的构图部件，如上述涉及的程控反射镜阵列型。

25 辐射系统包含辐射源 LA（例如 UV 激光器），其产生辐射光束。该光束直接或经过如扩束器 Ex 的调节装置后，再照射到照射系统（照射器）IL 上。照射器 IL 包括调节装置 AM，用于设定光束强度分布的外和/或内径向量（通常分别称为  $\sigma$ —外和  $\sigma$ —内）。另外，它一般包括各种其它部件，如积分器 IN 和聚光器 CO。按照这种方式，照射到掩模 MA 上的光束 PB 在其横截面具有理想的均  
30 匀和强度分布。

应该注意,图1中的辐射源LA可以置于光刻投射装置的壳体中(例如当源LA是汞灯时经常是这种情况),但也可以远离光刻投射装置,其产生的辐射光束被(例如通过合适的定向反射镜的帮助)引导至该装置中;当光源LA是准分子激光器时通常是后面的那种情况。本发明和权利要求包含这两种方案。

- 5 光束PB然后与保持在掩膜台MT上的掩模MA相交。与掩模MA相交后,光束PB通过镜头PL,该镜头将光束PB聚焦在基底W的靶部C上。在第二定位装置(和干涉测量装置IF)的辅助下,基底台WT可以精确地移动,例如在光束PB的光路中定位不同的靶部C。类似的,例如在从掩模库机械提取掩模MA之后或者在扫描期间,可以使用第一定位装置将掩模MA相对光束PB的光路进行精确定位。一般地,在图1中未明确显示的长冲程模块(粗略定位)和短行程模块(精确定位)的帮助下,可以实现目标台MT、WT的移动。可是,在晶片分档器中(与分步扫描装置相对),掩膜台MT可与短冲程致动装置连接,或者固定。

所表示的装置可以按照两种不同模式使用:

- 15 1. 在步进模式中,掩膜台MT基本保持不动,整个掩膜图像被一次投射(即单“闪”)到靶部C上。然后基底台WT沿x和/或y方向移动,以使不同的靶部C能够由光束PB照射。

2. 在扫描模式中,基本为相同的情况,但是所给的靶部C没有暴露在单“闪”中。取而代之的是,掩膜台MT沿给定的方向(所谓的“扫描方向,例如x方向”)以速度 $v$ 移动,以使投射光束PB扫描整个掩膜图像;同时,基底台WT沿相同或者相反的方向以速度 $V=Mv$ 同时移动,其中 $M$ 是镜头PL的放大率(通常 $M=1/4$ 或 $1/5$ )。在这种方式中,可以曝光相对较大的靶部C,而没有牺牲分辨率。

- 图2显示了晶片台WT上的晶片W。晶片标记WM3和WM4设置在晶片W的第一侧面(“前侧”)上,光可从这些标记按照如WM3和WM4上的箭头方向反射,并与一以下将描述的对准系统(未显示)一起用于对准掩模上的标记。在晶片W的另一侧面(“后侧”)上进一步设置了晶片标记WM1和WM2。一光学系统内置于晶片台WT上,用于向晶片W后侧上的晶片标记WM1和WM2提供光学通路。光学系统包括一对臂10A, 10B。各臂由两个反射镜12, 14和两个镜头16, 18构成。各臂中的反射镜12, 14是倾斜的,由此其与水平线形成的角度总和为
- 25 30



90E。由此，当反射离开其它反射镜时，垂直射向反射镜之一上的光束将保持垂直。

在使用时，光从晶片台WT上导向至反射镜12，通过镜头16和18到反射镜14，此后到各个晶片标记WM1和WM2上。光从一部分晶片标记反射，沿着光学系统的臂通过反射镜14，镜头18和16和反射镜12返回。反射镜12，14和镜头16，18的排列方式使得晶片标记WM1,WM2的图像20A，20B相应于设置在晶片W前侧上的任何标记WM3,WM4的垂直位置形成在晶片W前（上）表面的平面上。镜头16，18和反射镜12，14的次序当然适宜于光学系统可以不同。例如，镜头18可以位于反射镜14和晶片W之间。

晶片标记WM1,WM2的图像20A，20B可以作为虚拟的晶片标记，并可用于通过事先存在的对准系统（未显示）进行对准，其方式与设置在晶片W前（上）侧上的实际晶片标记一样。

如图2所示，光学系统10A，10B的臂产生移动到晶片W侧面处图像20A，20B，由此可以从晶片W上的对准系统看到这些图像。在图3和4中显示了两优选的光学系统10A，10B的臂方向，其中图3和4是晶片W位于XY平面上的平面图，在图3和4中，为了清楚起见，省略了晶片台WT。在图3中，光学系统10A，10B的臂沿着X轴对准。在图4中，光学系统10A，10B的臂与Y轴平行。在两种情况下，晶片标记WM1,WM2位于X轴上。晶片标记WM1,WM2位于晶片W的下侧，从而从晶片台顶侧看起来是反的。但是，使晶片标记WM1,WM2的图像20A，20B再一次回复到正确线路中的光学系统设备的臂的反射镜排列未反转，因此这些图像正好显现出其好像位于晶片W的顶侧一样。光学系统的排列还使得晶片标记WM1,WM2和其图像20A，20B的尺寸比例为1:1，即既不放大，也不缩小。因此，正好可以将图像20A，20B当作晶片W前侧上的真实晶片标记使用。应当理解该光学系统可以将更小的晶片标记放大（或者使更大的晶片标记缩小）；重要的是晶片标记为可以利用事先存在的对准系统进行对准的正确尺寸。一设置在掩模上的通用对准图案或标号可以与真实和虚拟的晶片标记一起用于对准。

在该实例中，如图2所示，晶片标记设置在晶片W的前侧和后侧的相应位置上。在图3和4中，为了清楚，仅显示了晶片W后侧上的晶片标记。依据该设置，当晶片W绕着X或Y轴旋转翻滚时，在晶片W顶侧上的晶片标记将位于底侧，但是在一位置处，从而可被光学系统10A，10B的一个臂成像。

可以注意到,依据光学系统的反射镜和其它组件的排列(特别是是否具有中间标记图像),在某些方向上标记的移动可导致图像向相反方向位移,而在其它方向,标记和图像将同样地移动。当确定晶片标记WM1,WM2的位置时,以及实施对准而调整晶片W和掩模的相对位置时,控制对准系统的软件就考虑到此种情况。

在晶片W的每一侧都至少设置两个晶片标记。一个单独的标记可以给出掩模上特定点图像与晶片上特定点的相对位置信息。但是,为了保证正确的方向,对准和放大,至少使用两个标记。

图5显示了晶片台WT的一部分截面。依据本发明实施例,用于将晶片标记成像在晶片后侧的光学系统10A,10B以一种特定的方式内置于晶片台上。如图5所示,光学系统一个臂上的反射镜12,14并未设置成分离的组件,而是与晶片台WT集成在一起。在晶片台WT上加工有合适的表面,此后可以再设置一涂层,以改进反射性,这样就形成了反射镜12,14。光学系统可以用与晶片台一样的材料制成,例如Zerodur,其具有极低的热扩散系数,因此保证可以保持高对准精度。

前后对准系统的进一步信息和其可替代形式在欧洲专利申请02250235.5中有描述,在此引入其内容作为参考。

前后对准系统可以将基底相对侧上的对准标记按照理想的精度进行对准,但是需要校准。

为了校准前后对准系统,需要知道由对准系统测出的后侧对准标记的前侧图像位置和后侧对准标记的实际位置之间的确切关系。可以方便地将该关系认为是FTBA偏移,其表示后侧标记与其图像之间的距离。为了确定FTBA偏移量,需要提供一种独立于FTBA对准系统的确定后侧标记位置的方式;将该确定结果与FTBA对准系统测量的位置进行比较。

应当注意TTL对准系统本身需要校准,以确定所测出的对准标记位置和由投射系统PL投射的图像位置之间的关系。这种校准方法是已知的,并不形成本发明的任何部分。在以下的描述中对此将不考虑。

如下所述,本发明提供一种直接校准FTBA系统的方法。但是,这种校准方法比较费时。因此本发明还提供一种方法,将光刻装置校准为参考(纯净)机器。然后用其制作参考基底(纯净基底),并可用更简单和更快地方法校准其它

机器。

如上所述, FTBA系统是通过一光学系统将位于基底底侧上的对准标记投射到与正常前侧标记(基底顶侧)一样的z—水平上进行工作的。该平面由 $z=0$ 表示, 与投射镜头的焦平面相应。通过设计, 后侧标记读出位置的方向、尺寸和z  
5 平面位置尽可能地与前侧标记相同。由此用于后侧对准扫描的 $x,y$ 位置可以用与顶侧对准扫描的相同的方式进行确定。对光学变形和偏移校正需要进行多次校正。

利用透明校准晶片HW测量FTBA偏移量的步骤示于图6a和b。

校准基底HW是用具有已知厚度,  $d$ 和折射系数 $n$ 的透明材料形成的, 在其  
10 相对侧上具有参考标记WM1, WM3。校准晶片优选尽可能制得较薄。参考标记WM3应具有可见的镜像图像成分, 以可透过基底检测, 并且当通过FTBA光学系统观察时表现正常。这可以通过具有各自方向的、位于已知位置处的两个标记实现, 或者通过将两个方向组合到一个标记中的所谓总标记来实现。参考标记WM1优选以同样方式构造, 由此晶片可以进行翻转。要注意, 虽然所示的标  
15 记WM1和WM3是一个在另一个之上, 但实际上它们也可以并排的。

对准系统在图6(a)示意的情况下, 以通常方式确定了校准基底HW前侧上参考标记WM3的位置。此后用透射通过校准基底HW的对准辐射确定校准基底HW后侧上参考标记WM1的位置。但是, 为了补偿标记MW1的焦点位置相对于标记WM3的位移, 将具有预定厚度和折射系数的平板50插在校准基底HW之上,  
20 由此, 如图6(b)辐射线结构所示意的, 标记MW1显示出好像位于校准基底HW前部的平面上。此后, 可以简单地直接比较校准基底HW前侧和后侧上的实际标记位置, 而在以前需要使用一种类似锯断和蚀刻晶片的破坏性技术来确定两侧的重叠性能, 甚至测量误差会超出实际的重叠精度。

可以看到, 对于在反射系数为 $n_0$ (真空中 $n_0=1$ )的环境中反射系数为 $n_1$ 、  
25 厚度为 $d_1$ 的校准基底HW, 通过以下关系式确定平板50的反射系数为 $n_2$ 、厚度为 $d_2$ :

$$d_2 = \frac{n_0 \cdot n_2}{n_1 (n_2 - n_0)} \cdot d_1$$

30 为补偿平板50的任何倾斜性, 将平板50绕着3个正交轴( $x,y,z$ )的每一个旋

转180°后重复该测定。可以用已知技术分别测量校准基底HW的任何不均匀性，并进行合适的校正。使用具有预定厚度和反射系数的平板50的方案，当然可以应用于任何需要移动晶片标记焦点位置的对准方法中。

用相同的晶片重复该测量过程，以使正交轴和旋转轴之间的“串扰

5 (cross-talk)”最小化。一般重复3次就足够了。

上述方案还可以利用基底对其来说是透明的对准光束辐射，例如对硅基底使用红外辐射，对基底产品相对侧上标记的直接进行对准。当然，选择用于平板的材料还必须对对准系统中所用的辐射透明。

另一种用于测量FTBA偏移量的第二程序包括标准硅基底，并且从估计偏移  
10 量开始。该程序显示在图7a到d和8a到d中。

在第一程序中，基底60用第一套标记61进行曝光。标记60上的箭头表示其方向；该方向是重要的，因为对准系统一般仅能测量具有特定方向的标记。可以理解的是可以使用总标记，其将多于1个的方向组合到各标记中。标记的位置是当将晶片翻转时，这些标记对于FTBA光学系统来说是可见的。这些曝光的标  
15 记显示在图7a中。然后将晶片翻转（即，沿着Y轴旋转180°），并用FTBA系统和第一套标记61（第一套标记61现位于晶片的后侧）进行定位。在该步骤，晶片前侧（由图7b和c中虚线表示）和后侧之间的确切位置是未知的。然后将第二套标记62在晶片的前侧曝光（由于在第一次曝光时是后侧，因此在晶片的这一侧没有标记）。第二套标记62位于第一套标记61的预计位置处。最终晶片再一次  
20 绕着Y轴旋转，并用FTBA系统和第二套标记进行对准，由此第三套标记63可以已知的偏移量进行曝光。测量第一和第三套标记61，63（这两套标记均位于晶片的前侧）在y位置处的差值，并减去已知的偏移量。由此得到两个FTBA光学系统分支的y偏移量之和（即，晶片测定位置中心的y偏移量）。

如图8a到d，以类似方式确定FTBA x-偏移量。首先用第四套标记71对晶片  
25 70曝光，如图8a所示，该标记包括正常标记71b和旋转标记71a（标记的方向由箭头所示）。标记71a和71b如图所示，以已知的间距彼此相邻。这种标记排列方式对于x-偏移检测是必须的，因为对准系统仅能检测具有特定方向的标记。标记71b的方向使得可以从前侧对准系统检测。标记71a的方向被反转，使得一旦基底绕着x-轴旋转180度（即翻转），也可通过FTBA光学系统进行检测。

30 曝光后，使晶片70绕着x轴进行旋转（即翻转）并用FTBA系统和旋转了的

标记71a进行对准,成为图8b所示的情况。如图8c所示,第五套标记72在标记71a的预计位置处曝光。此后绕着x轴再一次旋转晶片70。通过用FTBA系统将晶片与第五套标记72对准,以已知的偏移量对第六套标记73进行曝光。

5 测量第四和第六套标记71, 73(这两套标记均位于晶片的前侧)在x位置处的差值,并减去已知的偏移量。该计算方法包括其考虑了正常标记71b和旋转标记71a之间的距离的附加的偏移量。由此得到两个FTBA光学系统分支的x偏移量之和(即,晶片测定位置中心的x偏移量)。

在图7和8中描述和显示的测量未提供晶片旋转方面的信息。这是因为x和y偏移量的测量需要分别进行。为了进行确定和补偿旋转效果,需要作进一步的测量。该测量方法是用4行标记(未显示)进行的,该标记的位置位置允许通过FTBA光学系统进行成像。对绕着y轴翻转之前和之后的标记位置进行测量,可以确定晶片的角度旋转,由此可以确定y轴偏移量。该旋转测量受到FTBA光学系统窗口尺寸的限制。用第一种方法描述的透明晶片可以获得更精确的旋转测量结果。实际使用时,第一种和第二种方法均可使用,第一种用于测量旋转,  
15 第二种用于测量x和y偏移量。

第三程序类似于第二程序,但是用预先曝光了的晶片代替在该程序中对晶片进行曝光。

参考图9,基底80的前侧设置了第一套标记81,在其后侧上设置了第二套标记82。第一套标记81相对于第二套标记82的相对位置是未知的。检测前侧标记  
20 81,并检测后侧标记82(通过FTBA光学系统进行观测)的图像位置。将晶片绕着y轴旋转180度(即翻转),并检测前侧标记82和后侧标记81图像的位置。

测量第一套标记81和第二套标记82在y位置处的差值。由此得到两个FTBA光学系统分支的FRBA的y偏移量之和(即,晶片测定位置中心的y偏移量)。

参考图10,基底90在其前侧设有两套标记。这些标记如图所示,以已知的间距彼此相邻。第一套标记91的方向使得可以由前侧对准系统进行检测。第二套标记92的方向被反转,使得一旦基底绕着x轴旋转180度(即翻转),也可通过FTBA光学系统进行检测。除了位于前侧标记91, 92,基底90的后侧也设有两套类似标记(在图10中未示出)。

前侧标记91, 92与后侧标记的相对位置是未知的。检测第一套前侧标记91  
30 的位置,并检测相应的一套后侧标记(通过FTBA光学系统观察)的图像位置。



将晶片绕着x轴旋转180度（即翻转）。检测第二套前侧标记92的位置，并检测相应的一套后侧标记的图像位置。

测量前侧标记和后侧标记之间在x位置上的差值，并考虑相邻标记的已知距离。由此得到两个FTBA光学系统分支的FTBA的x偏移量之和（即，晶片测定位置中心的x偏移量）。

用4行标记（未显示）进行旋转测量，该标记的位置允许通过FTBA光学系统进行成像，如在第二方法中所述的那样。

第三程序可以重复多次，以使正交轴和旋转轴之间的“串扰（cross-talk）”最小化。一般重复3次就足够了。第二程序然后可以紧接着第三步骤，第三程序提供在第一程序中曝过光的标记的重复测量结果。

第二和第三程序比第一程序提供更精确的FTBA系统x和y偏移量测量结果，虽然使用预对准标记可以测定旋转误差，但是因为FTBA光学系统的视窗较小，其精度较低。另一方面由于玻璃的不均匀性，使用玻璃基底进行校准时，对x和y位置偏移量的测量不那么精确，但是由于两个分支之间的长臂，其可提供更精确的旋转偏移量。因此将这两种方法组合，可以更充分地校准参考机器。

用于校准参考机器的第四程序利用了一超薄基底。该超薄基底设有例如以上提及的总标记类型的参考标记，由于晶片较薄，可以从两侧直接读出该标记。为此，与通常晶片500微米的厚度相比，该基底的厚度为10微米或更薄。

使用超薄基底直接测定标记位置和通过FTBA光学系统直接给出FTBA偏移量时，仅受到对准光束非正常入射角度造成的任何误差。这可以用如第一方法所述的平板进行补偿，或者从焦深校准计算出误差进行补偿并减之。

超薄校准晶片仅需在参考标记区域中较薄。因此超薄校准晶片可以通过在相对厚的晶片蚀刻一凹槽，然后在该凹槽的底部蚀刻参考标记进行构造。另一方式是，还可以在一较厚基底中的通孔上粘贴上一片所需厚度的合适材料。

具有超薄区域的校准晶片可用于减小对准光束非正常入射角度造成的误差。该校准晶片在其前侧表面设置有超薄区域，以及位于其后侧表面的相邻的超薄区域。沿着z轴旋转晶片（不翻转晶片），可以确定对准光束非正常入射角度造成的误差。

用于校准参考机器的第5程序包括在标准晶片的两侧曝光标记。标记的位置是用FTBA光学系统和微小的偏移值直接确定的。晶片被翻转并且重复进行测

量。此后晶片被切成小块，并用一种扫描电子显微镜确定晶片相对侧上的标记位置。

合适的时候，可以使用相同的晶片重复上述任何一种方法，以使正交轴和旋转轴之间的“串扰”最小化。一般重复3次就足够了。

- 5 一旦校准了参考机器，则制作两侧均有标记的晶片以及测量前侧和后侧标记之间的确切的位置关系变得简单。这些参考晶片被称作“纯净的晶片”，可用于直接校准其它机器的FTBA系统。前侧和后侧参考标记的相对位置是用将要校准的FTBA系统测量的，将其结果与直接给出FTBA偏移量的已知相对位置进行比较。

- 10 以下将描述一些利用FTBA系统的对准方案。

当用FTBA仅在前侧对图像进行对准时，预对准标记不必与图像本身对准。因此如果仅使用一台机器，则无需进行精确的FTBA偏移校正。是否知道后侧对准标记相对于前侧图案的位置也不重要。如果要使用多台机器，则第一台被调节的机器可以称作是“纯净”的，并用于制作“纯净晶片”，以调节所有其它机

- 15 器。对于曝光，此后的步骤是：

- 将预对准标记曝光在后侧上，并将其蚀刻到晶片中。
- 在前侧实施产品的正常曝光和过程，但使用后侧标记进行对准。

当使用FTBA对准两侧面上的图像时，预对准标记必须与图像本身对准。因此需要进行完全的校准，并采用以下程序进行曝光：

- 20
- 将预对准标记曝光在前侧上，并将其蚀刻到晶片中。
  - 在前侧实施产品的正常曝光和过程，使用前侧标记进行对准。
  - 翻转该晶片（后侧变为前侧，前侧变为后侧）。
  - 在前侧实施产品的正常曝光和过程，但使用后侧标记（第一次曝光的前侧标记）进行对准。

- 25 当使用FTBA对准三个侧面（第一晶片的两个侧面和与第一晶片粘结的第二晶片的一个侧面）上的图像时，预对准标记再一次必须与图像本身对准。因此需要进行完全的校准，并采用以下步骤进行曝光：

- 30
- 将预对准标记曝光在前侧上，并将其蚀刻到晶片中。
  - 在前侧实施产品的正常曝光和过程，使用前侧标记进行对准。
  - 翻转该晶片（后侧变为前侧，前侧变为后侧）。



- 在前侧实施产品的正常曝光和过程，但使用后侧标记进行对准。
- 将一薄晶片粘结在前侧上（前侧变为粘结侧）。
- 在粘结侧实施产品的正常曝光和过程，但使用后侧标记进行对准。

虽然以上描述了本发明的具体实施例，但是应当理解本发明可以用不同于

5 以上所述的其它方式实施。本说明书不意于限制本发明。

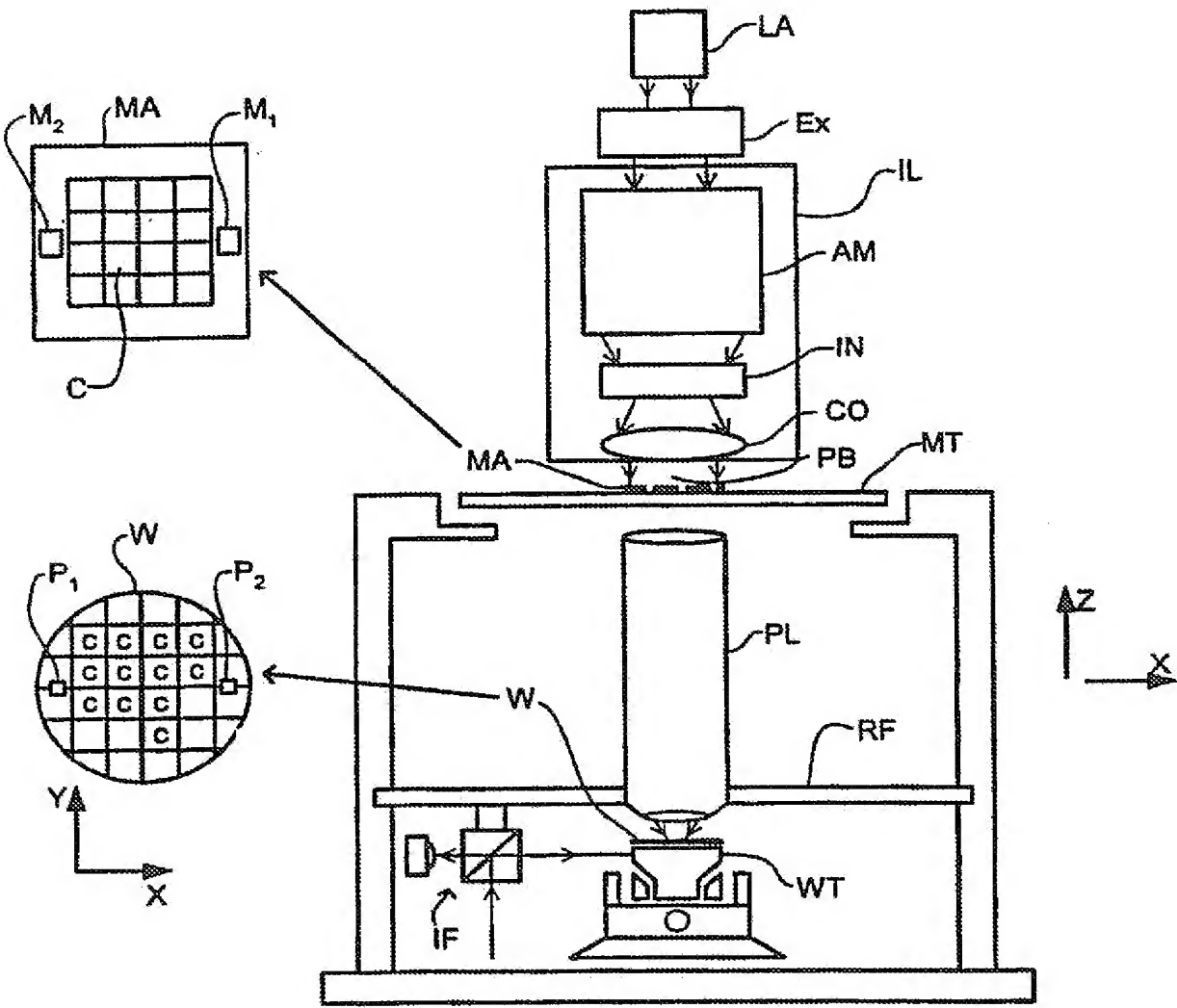


图 1

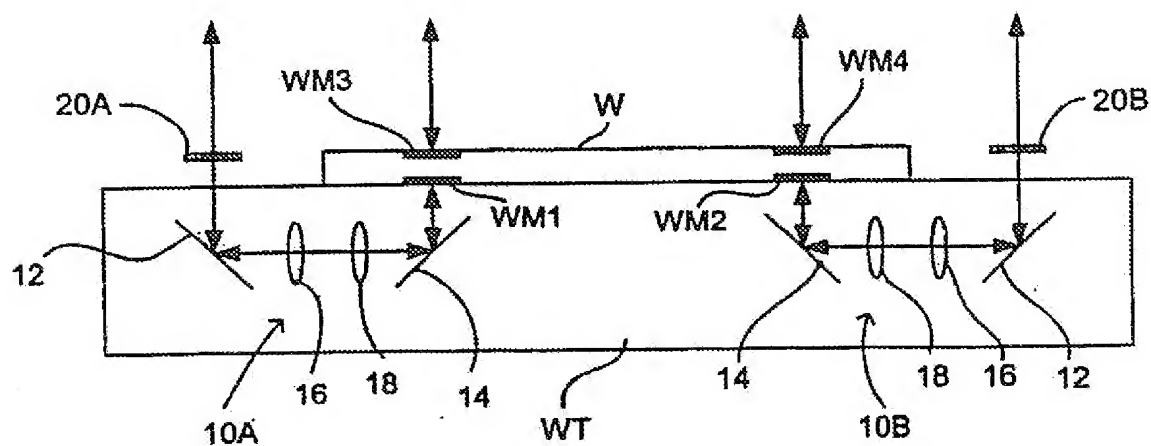


图 2

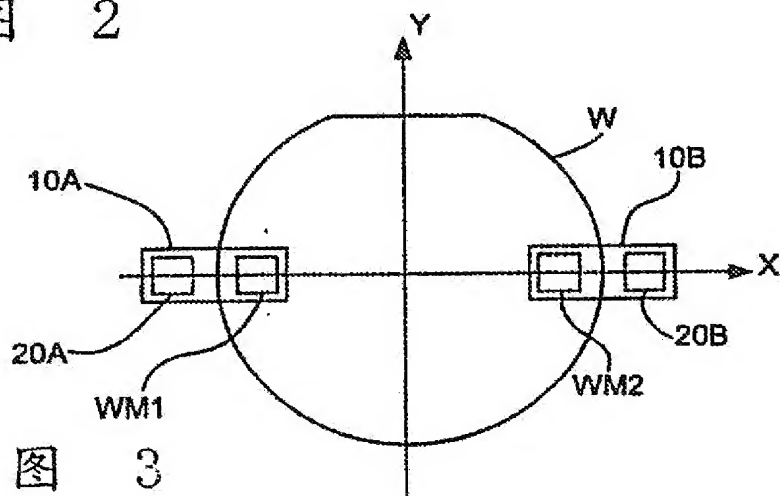


图 3

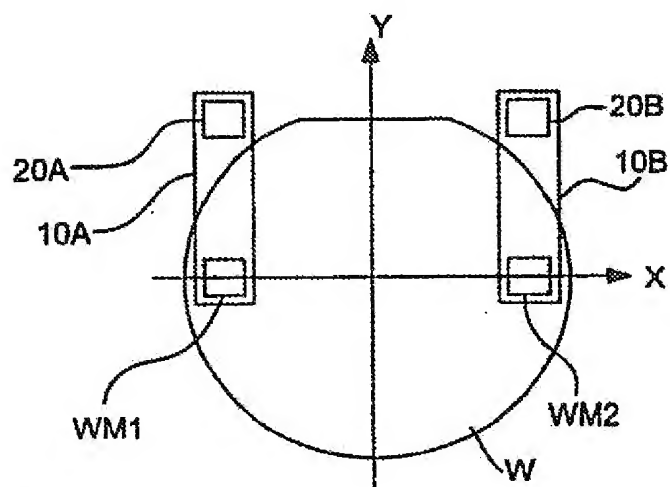


图 4

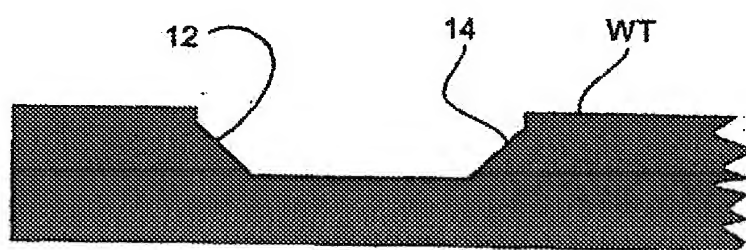


图 5

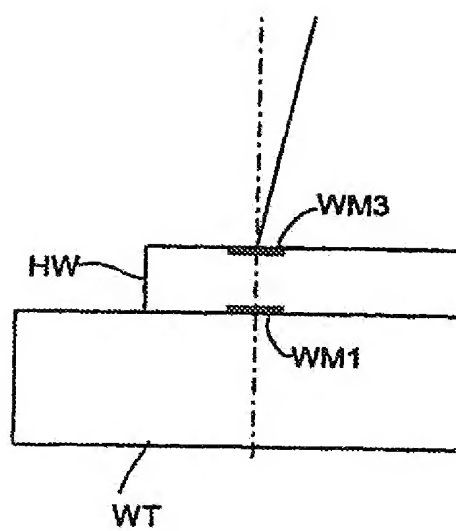


图 6a

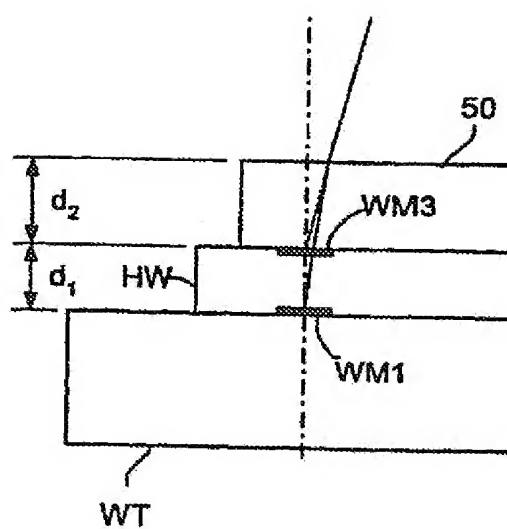


图 6b

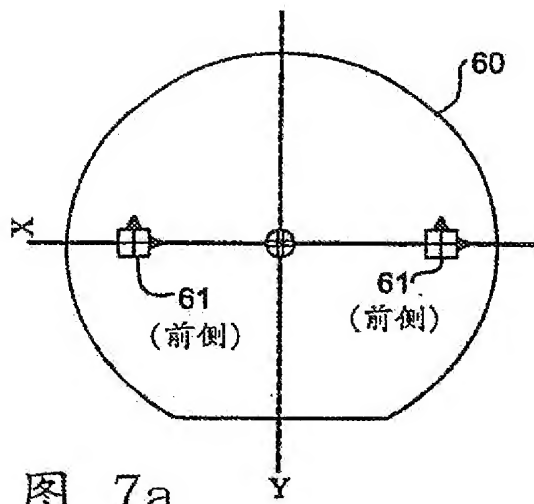


图 7a

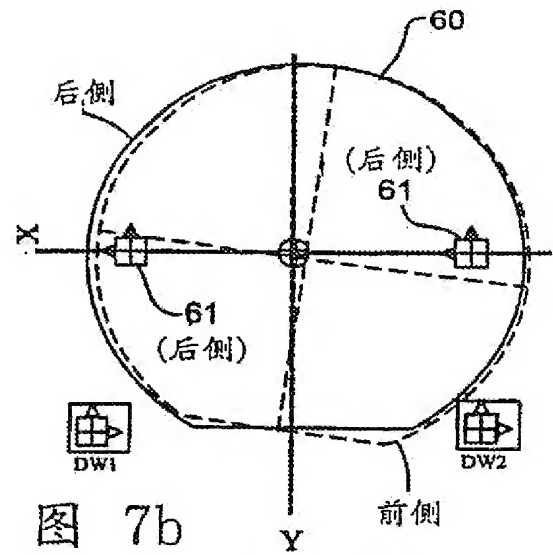


图 7b

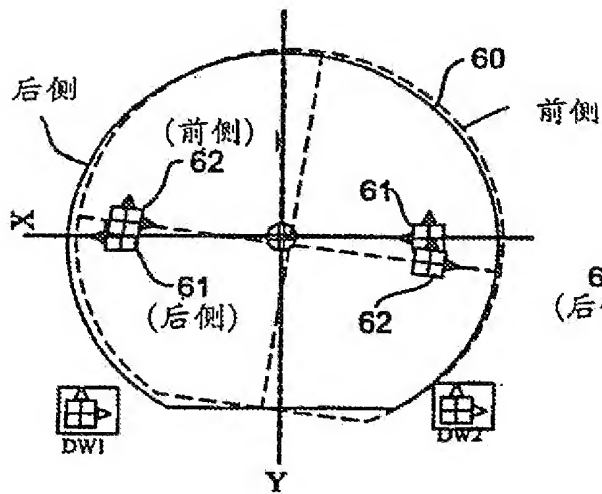


图 7c

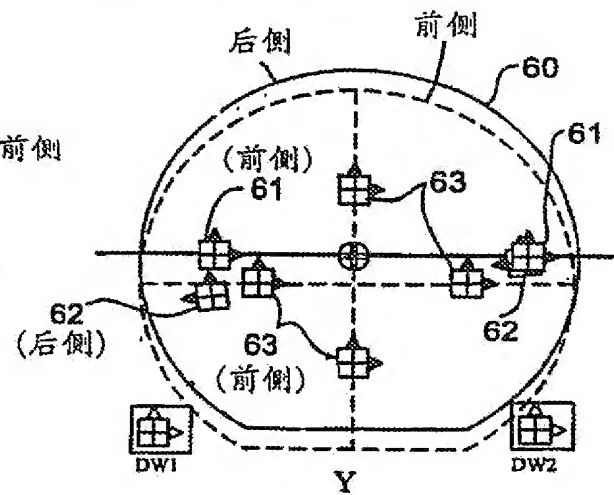


图 7d

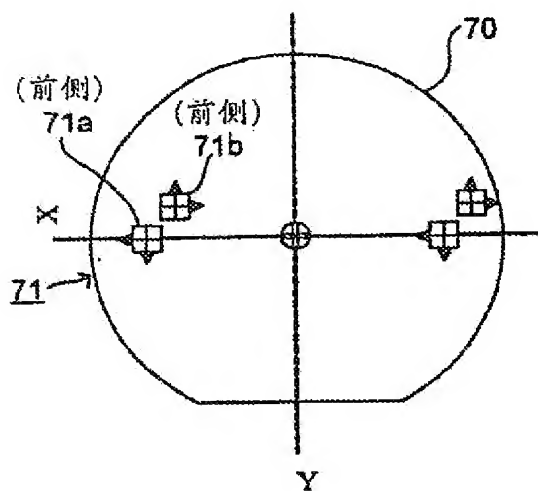


图 8a

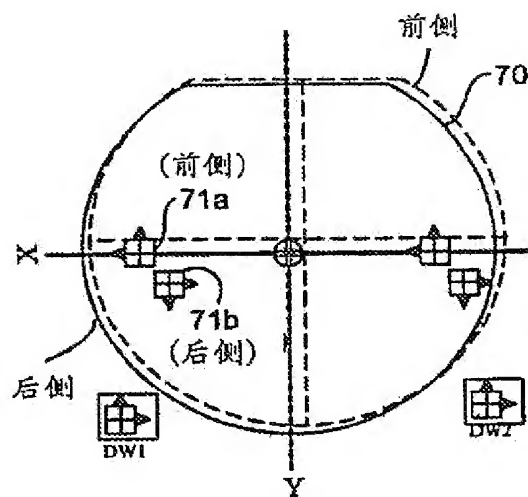


图 8b

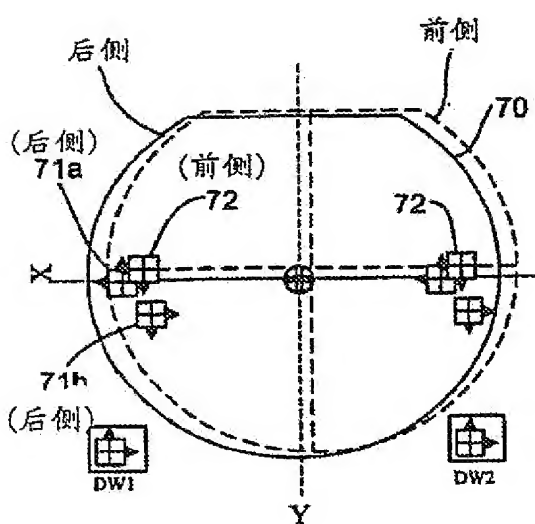


图 8c

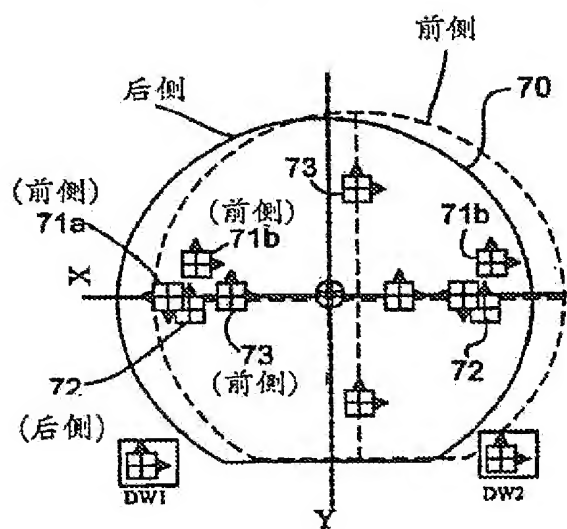


图 8d

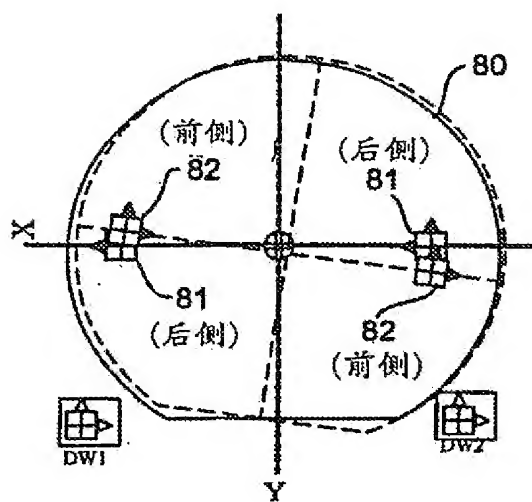


图 9

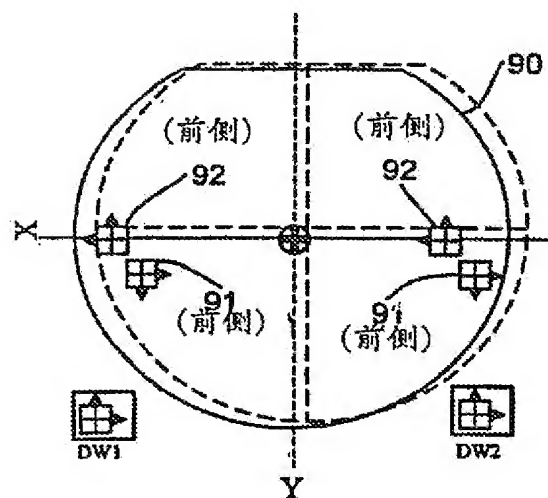


图 10